

## STEAM TRAP PERFORMANCE DETECTION DEVICE

Publication number: JP2001050493

Publication date: 2001-02-23

Inventor: SUKUNAMI HIROSHI

Applicant: MIYAWAKI INC

Classification:

- International: G01M3/04; F16T1/48; G01M3/24; G01M3/04;  
F16T1/00; G01M3/24; (IPC1-7): F16T1/48; G01M3/04;  
G01M3/24

- European:

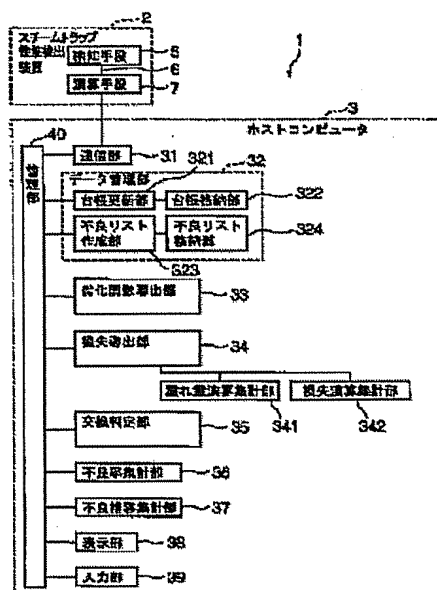
Application number: JP19990220963 19990804

Priority number(s): JP19990220963 19990804

Report a data error here

## Abstract of JP2001050493

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an estimated steam loss more correctly at a certain period in the future. **SOLUTION:** This arithmetic means 7 obtains a deteriorated value of the steam trap based on the vibration value detected by a detection means 5. The deteriorated function derivation unit 33 holds the basic function using the deteriorated value as a time function and specifies the deteriorated function applying the obtained deteriorated value and the time from the initial driving to the inspection of steam trap (working time to the inspection) to the basic function. A loss derivation unit 34 holds a steam leakage calculation formula to be determined basically by the working pressure value of the steam trap and an equivalent nozzle diameter (real minimum valve diameter which is a corrected actual valve diameter). In the loss derivation unit 34, this calculation formula is multiplied by the deteriorated function, then integrated by the time for one year from the time of inspection, for example, to obtain an estimated amount of steam leakage for one year.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-50493

(P 2 0 0 1 - 5 0 4 9 3 A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001. 2. 23)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
F16T 1/48		F16T 1/48	D 2G067
G01M 3/04		G01M 3/04	U
3/24		3/24	A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全16頁)

(21) 出願番号 特願平11-220963

(22) 出願日 平成11年8月4日 (1999. 8. 4)

(71) 出願人 000137889

株式会社ミヤワキ

大阪府大阪市淀川区田川北2丁目1番30号

(72) 発明者 宿南 博史

大阪市淀川区田川北2丁目1-30 株式会社ミヤワキ内

(74) 代理人 100067828

弁理士 小谷 悦司 (外2名)

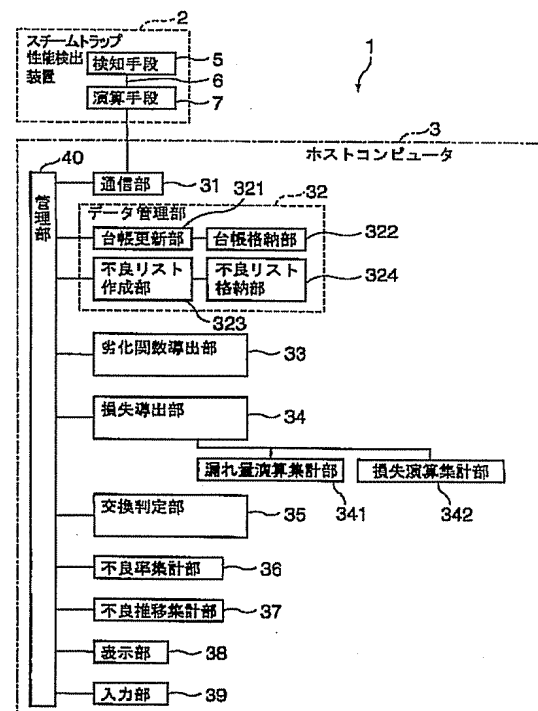
F ターム (参考) 2G067 AA34 BB11 DD13 EE01

(54) 【発明の名称】 スチームトラップ性能検出装置

(57) 【要約】

【課題】 将来に向けての一定期間における予想蒸気損失をより正確に求める。

【解決手段】 演算手段7は、検知手段5で検知した振動値に基づいて、そのスチームトラップの劣化値を求める。劣化関数導出部33は、その劣化値を時間の関数とした基本関数を保持し、求めた劣化値とスチームトラップの初運転から点検時までの時間（点検時までの使用時間  $t_0$ ）を、上記基本関数に当てはめて劣化関数を特定する。損失導出部34は、基本的にスチームトラップの使用圧力値と等価ノズル径（実際の弁口径を修正した、実質最小弁口径）で決まる蒸気漏れ量演算式を保持している。損失導出部34は、この演算式に上記劣化関数を乗じて、点検時から例えば向こう1年間の時間で積分すると、この1年間の予想蒸気漏れ量が算出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スチームトラップの弁口から蒸気が流出するときに発生する前記スチームトラップの振動を検知するための振動検出用プローブを有する検知手段と、該検知手段で検知された振動レベルに基づいて前記スチームトラップのシール性能の劣化程度を表わす劣化値を導出する演算手段と、前記劣化値を用いて前記スチームトラップの劣化関数を特定する劣化関数導出手段と、前記劣化関数を所定時間幅について積分した値を用いて前記スチームトラップの蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額のうち少なくとも蒸気漏れ量を算出する第 1 損失導出手段とを備えたことを特徴とするスチームトラップ性能検出装置。

【請求項 2】 前記スチームトラップの初運転から蒸気漏れが最大に至るまでの寿命時間または、初運転から閉弁時に蒸気漏れを生じ始めるまでの劣化開始時間を入力可能な第 1 入力手段を備え、前記劣化関数導出手段は、前記劣化開始時間および寿命時間の一方と前記劣化値とを用いて劣化関数を特定することを特徴とする請求項 1 記載のスチームトラップ性能検出装置。

$$\{C_{Xk}+a_p \cdot q_k(P) \int_0^{t_{ok}} D_k(t)dt\} / t_{ok} < \{C_{Xk}+a_p \cdot q_k(P) \int_0^{t_{ok}+\varepsilon} D_k(t)dt\} / (t_{ok}+\varepsilon)$$

但し、 $\varepsilon > 0$

$C_{Xk}$ : スチームトラップ k の価格を含む交換費

$a_p$ : 使用圧力 P の蒸気単価

$t_{ok}$ : スチームトラップ k の初運転から点検時期までの時間

$q_k(P)$ : スチームトラップ k の使用圧力 P における最大蒸気漏れ量の演算式

$D_k(t)$ : スチームトラップ k の劣化関数

【請求項 7】 前記交換判定手段は、関数（数 2）の値を最小とする時間  $t$  を算出する手段を有し、求めた前記時間  $t$  を前記スチームトラップの最適交換時期として指示することを特徴とする請求項 5 または 6 記載のスチームトラップ性能検出装置。

## 【数 2】

$$\{C_{Xk}+a_p \cdot q_k(P) \int_0^t D_k(t)dt\} / t$$

$t$ : スチームトラップの初運転からの時間

【請求項 8】 前記交換判定手段からの交換要または不要の判定に対して変更入力可能な第 3 入力手段と、前記変更入力されたスチームトラップについて変更した場合の蒸気漏れ量及び蒸気漏れ損失金額を算出する第 2 損失導出手段とを有することを特徴とする請求項 5 ～ 7 の何れかに記載のスチームトラップ性能検出装置。

【請求項 9】 前記交換対象スチームトラップを交換しないとときと交換したときとについて前記蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額を対比して表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 5 ～ 8 の何れかに記載のスチームトラップ性能検出装置。

【請求項 10】 性能検出された複数のスチームトラッ

【請求項 3】 前記第 1 損失導出手段は、前記劣化関数に対して、前記スチームトラップの点検時から将来方向の任意の時点に亘って積分が実行可能であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のスチームトラップ性能検出装置。

【請求項 4】 前記第 1 損失導出手段は、前記劣化関数に対して、過去の所定期間に亘って積分が実行可能であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載のスチームトラップ性能検出装置。

【請求項 5】 前記スチームトラップの交換費用を入力可能な第 2 入力手段と、前記蒸気漏れ損失金額および前記交換費用を用いてスチームトラップの交換の要否について判定を行う交換判定手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載のスチームトラップ性能検出装置。

【請求項 6】 前記交換判定手段は、不等式（数 1）が成立するときに、前記スチームトラップの交換要の判定を行うことを特徴とする請求項 5 記載のスチームトラップ性能検出装置。

20 【数 1】

$$\{C_{Xk}+a_p \cdot q_k(P) \int_0^{t_{ok}} D_k(t)dt\} / t_{ok} < \{C_{Xk}+a_p \cdot q_k(P) \int_0^{t_{ok}+\varepsilon} D_k(t)dt\} / (t_{ok}+\varepsilon)$$

【請求項 7】 前記交換判定手段により交換必要と判定された交換対象スチームトラップと、交換不必要と判定されたスチームトラップとを区別するように劣化スチームトラップのリストを前記蒸気漏れ量および損失金額と共に表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 5 ～ 8 の何れかに記載のスチームトラップ性能検出装置。

【請求項 11】 個々のスチームトラップの劣化関数を用いて蒸気漏れ量及び蒸気漏れ損失金額を算出する際、蒸気漏れ関数（数 3）及び蒸気損失関数（数 4）を用い、その関数の導出結果を前記関数の積分領域を識別するように表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 1 ～ 8 の何れかに記載のスチームトラップ性能検出装置。

蒸気漏れ関数

## 【数 3】

$$q_k(P) \int_0^t D_k(t)dt$$

蒸気損失関数

## 【数 4】

$$ap \cdot q_k(P) \int_0^t D_k(t) dt$$

【請求項 1 2】 個々のスチームトラップについて請求項 7 の関数を表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 1 ～ 8 の何れかに記載のスチームトラップ性能検出装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スチームトラップの例えば保守管理などに用いるスチームトラップ性能検出装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 スチームトラップは、例えば蒸気ラインや蒸気使用機器などに取り付けられており、蒸気は漏らさずに復水だけを自動的に排出するものである。このスチームトラップが正常に作動しない場合、例えば復水の排出機能が低下した場合には、スチームトラップの入口側配管に復水が滞留し、例えば蒸気使用機器などの動作効率が低下する。また、スチームトラップの閉弁機能が低下して蒸気が漏れると、エネルギー効率が悪化する。

【 0 0 0 3 】 このような蒸気漏れ損失などを防ぐ目的で、多くの工場でスチームトラップの保守管理を実施している。とりわけ、数百～数千以上のスチームトラップを保守管理する大きな工場では、例えば 1, 2 回／年の割合で点検実施時期を定め、個々のスチームトラップの点検からそれら点検結果の分析や整理を行い、交換すべき不良スチームトラップを決定している。この点検による管理上の処理は、点検期間の最後に行われることが多い。したがって、今回は交換しないと判断された不良スチームトラップは、そのまま次の点検時期まで継続して運転されることになる。

【 0 0 0 4 】 スチームトラップの不良としては、弁部の劣化による閉弁時の蒸気漏れの他、例えば弁部や配管系の閉塞（詰まり）などもあるが、ここでは、本発明との関係から、以下、蒸気漏れのみを対象に記述することにする。

【 0 0 0 5 】 スチームトラップ交換の判断基準としては、基本的に閉弁時に蒸気漏れを生じ始めている（劣化開始時期）と判断されたもの、およびそれ以上に劣化が進んでいるものが対象となるが、スチームトラップ管理に割り当てられる予算との制約から、スチームトラップの価格を含む交換費、交換による効果などを考慮して交換するかどうかを決定しなければならない場合が多い。予算面から劣化開始時期のスチームトラップを全て交換できない工場では、交換するスチームトラップを限定しなければならないため、劣化度合いが明らかに大きいもののみに限定したり、或いは現に漏れているものの蒸気漏れ損失金額（例えば年間損失金額）を予想して交換費用との兼ね合いで判断したりしている。

4

【 0 0 0 6 】 スチームトラップは、基本的に無休運転を前提としており、年間稼働時間を（24 H／日）× 365 日と見積もるところが多い。蒸気漏れによる損失金額を算出するために、従来から点検時点での蒸気漏れ量（例えば単位が k g／H）を何らかの方法により求め、その値にそのスチームトラップの年間稼働時間を乗じて年間蒸気漏れ量とし、さらにその蒸気漏れ量に蒸気単価を乗じる算出方法が一般的に行われている。

【 0 0 0 7 】 例えば、スチームトラップの自動化管理システムとして、個々のスチームトラップの点検により、シール性能が劣化しているスチームトラップに対してはその劣化値を求め、集計、分析処理において、その劣化値を用いて各スチームトラップの蒸気損失、及びその総計を導出しているものがある。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、スチームトラップの劣化の過程は、概ね図 1 0 に示す通りになることが経験的に知られている。即ち、スチームトラップは、初回運転時 t 1 からある時期 t 2 まではシール性がよく、蒸気漏れを殆ど生じること無く機能する。また、スチームトラップの弁部を流体が通過するのは、発生した復水を排出するために開弁したときに限られるため、劣化の進行も遅い。ところが、長期間の弁部の繰り返し開閉による劣化が徐々に進行し、やがて閉弁時に蒸気漏れが生じ始める（劣化開始時 t 2）。弁部から蒸気が出ると、弁部の隙間を常時蒸気や復水が通過するようになり、劣化による隙間は蒸気漏れ量に伴い拡大し、また、蒸気漏れ量は隙間の拡大に伴い増大するため、一旦蒸気漏れが生じ始めると弁部の劣化は急速に進む。弁部の劣化による隙間がある程度大きくなると、各スチームトラップにより決まる復水流路の実質最小断面積による制約から、蒸気漏れ量の増加が衰え、やがて劣化がそのスチームトラップの復水流路の実質最小断面積に相当する程度までに至ると、以後蒸気の排出量は略一定化する（劣化限界時 t 3）。

【 0 0 0 9 】 スチームトラップにおいて、初回運転時 t 1（新品取付時）から劣化限界時 t 3 に至るまでの時間を寿命時間 T としており、使用条件や種類によって異なるが、概ね 1 ～ 5 年程度と見られている。スチームトラップの点検がせいぜい年 1, 2 回程度であることを考えると、蒸気漏れが始まってから以後の劣化の進行は無視できない。上述した蒸気漏れ量の算出は、図 1 1 に示すようにスチームトラップの劣化が点検時 t 4 から向こう 1 年間（期間 1 y r）で全く進展しないことを条件に、単に点検時 t 4 の蒸気漏れ量を年換算したもの（図 1 1 の斜線部分）に過ぎない。したがって、年換算した蒸気漏れ量 S 1 は、今後の 1 年間の予想蒸気漏れ量として扱うには、明らかに正確さを欠くものであり、スチームトラップ交換の判断基準としては不適当な値と言わざるを得ないものである。

【0010】正しい予想蒸気漏れ量の算出は、図12の斜線部分の蒸気漏れ量S2に示すように、点検時t4からの弁部の劣化進行を予想したものでなければならない。このように、従来から劣化の進行を考慮した蒸気漏れ量S2の導出ができなかった理由は、スチームトラップの保守管理そのものが何かと厄介なこともあり、その管理の質が、未だ予防保全の効果などを定量的に把握するまでに至っていなかったこと、劣化進行の特徴を概念できたとしても、その特徴を定量的に扱う手段が具体化できていなかったことによっている。

【0011】本発明は、上記従来の問題を解決するもので、スチームトラップの劣化進行の特徴を劣化関数として特定することによって、将来に向けての一定期間（例えば1年間）における予想蒸気漏れ量をより正確に求めることができるスチームトラップ性能検出装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のスチームトラップ性能検出装置は、スチームトラップの弁口から蒸気が流出するときに発生するスチームトラップの振動を検知するための振動検出用プローブを有する検知手段と、この検知手段で検知された振動レベル（または振動値）に基づいてスチームトラップのシール性能の劣化程度を表わす劣化値を導出する演算手段と、劣化値を用いてスチームトラップ（またはスチームトラップ毎）の劣化関数を特定する劣化関数導出手段と、劣化関数を所定時間幅について積分した値を用いてスチームトラップの蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額のうち少なくとも蒸気漏れ量を算出する第1損失導出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0013】この構成により、検知手段で検知した振動レベルからシール性能の劣化値を演算手段で演算し、その劣化値を用いて劣化関数導出手段で特定した劣化関数を一定期間（例えば1年間）について積分した値を用いてスチームトラップの蒸気漏れ量および損失金額のうちの少なくとも蒸気漏れ量を算出するようにしたので、スチームトラップの劣化の進展を考慮した状態で、例えば次の点検時までの将来に向けての一定期間（例えば1年間）における少なくとも予想蒸気漏れ量をより正確に求めるとが可能となる。

【0014】また、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置において、スチームトラップの初運転から蒸気漏れが最大に至るまでの寿命時間または、初運転から閉弁時に蒸気漏れを生じ始めるまでの劣化開始時間を入力可能な第1入力手段を備え、劣化関数導出手段は、劣化開始時間および寿命時間の一方と劣化値とを用

いて劣化関数を特定する。

【0015】この構成により、スチームトラップ毎の劣化関数を特定するのに、劣化値の他に、入力手段から入力される劣化開始時間または寿命時間を用いて行うことで、より正確な関数特定が可能となる。

【0016】また、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置における第1損失導出手段は、劣化関数に対して、スチームトラップの点検時から将来方向の任意の時点に亘って積分が実行可能である。また、好ましくは、第1損失導出手段は、劣化関数に対して、過去の任意の所定期間に亘って積分が実行可能である。また、好ましくは、第1損失導出手段は、劣化関数に対して、過去の任意の時点からスチームトラップの点検時に亘って積分が実行可能である。さらに、第1損失導出手段は、個々のスチームトラップについて、その点検時期を基準に、過去方向の所定期間についての蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額と、将来方向の所定期間についての蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額とをそれぞれ算出するものである。

【0017】この構成により、点検時点を基準として過去および／または将来の所定期間の蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額が判る。

【0018】さらに、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置において、スチームトラップの交換費用を入力可能な第2入力手段と、蒸気漏れ損失金額および前記交換費用を用いてスチームトラップの交換の可否について判定を行う交換判定手段とを備える。この場合に、損失導出手段が、交換判定手段により交換が必要と判断されたスチームトラップを交換したときの蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額を算出するようにしてもよい。

【0019】この構成により、入力手段から入力した交換費用と蒸気漏れ損失金額を比較して各スチームトラップの交換の可否について判断が容易に為される。さらに、交換したスチームトラップの蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額を考慮しつつ交換判断を行うと、より正確な交換判断が行われる。

【0020】さらに、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置における交換判定手段は、不等式

(数5)が成立するときに、スチームトラップの交換要の判定を行う。言い換えると、交換判定手段は、個々のスチームトラップについて、以下の不等式(数5)が成立するときに、スチームトラップの交換をすべきものと判定するようにしている。

#### 【0021】

【数5】

$$\{C_{Xk} + a_p \cdot q_k(P) \int_0^{t_{0k}} D_k(t) dt\} / t_{0k} < \{C_{Xk} + a_p \cdot q_k(P) \int_0^{t_{0k} + \varepsilon} D_k(t) dt\} / (t_{0k} + \varepsilon)$$

但し、 $\varepsilon > 0$

$C_{Xk}$ : スチームトラップkの価格を含む交換費

$a_p$ : 使用圧力Pの蒸気単価

$t_{0k}$ : スチームトラップkの初運転から点検時期までの時間

$q_k(P)$ : スチームトラップkの使用圧力Pにおける最大蒸気漏れ量の演算式

$D_k(t)$ : スチームトラップkの劣化関数

【0022】この構成により、スチームトラップの交換判定が正確なものとなる。

【0023】また、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置における交換判定手段は、関数(数6)の値を最小とする時間tを算出する手段を有し、求めた時間tをスチームトラップの最適交換時期として指示する。言い換えると、交換判定手段は、個々のスチームトラップについて、以下の関数式(数6)の値が最小となる使用時間tを、スチームトラップの最適交換時期と判定する。

【0024】

【数6】

$$\{C_{Xk} + a_p \cdot q_k(P) \int_0^t D_k(t) dt\} / t$$

t: スチームトラップの初運転からの時間

【0025】この構成により、スチームトラップ毎の最適交換時期が容易に判定可能となる。

【0026】さらに、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置において、交換判定手段からの交換要または不要の判定に対して変更入力可能な第3入力手段と、変更入力されたスチームトラップについて変更した場合の蒸気漏れ量及び蒸気漏れ損失金額を算出する第2損失導出手段とを有する。

【0027】この構成により、交換判定手段の判定に対して変更入力が可能で、変更入力された交換対象スチームトラップについて蒸気漏れ量及び蒸気漏れ損失金額が算出可能である。

【0028】また、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置において、交換対象スチームトラップを交換しないときと交換したときについて蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額を対比して表示する表示手段を有する。

【0029】この構成により、交換対象スチームトラップを交換しないときと交換するときについて蒸気漏れ量および損失金額を対比して表示可能となる。

【0030】さらに、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置において、性能検出された複数のスチームトラップに対して、交換判定手段により交換必要と判定された交換対象スチームトラップと、交換不必要と判定されたスチームトラップとを区別(または区分)するように劣化スチームトラップのリストを前記蒸気漏

れ量および損失金額と共に表示する表示手段を有する。

10 【0031】この構成により、交換が必要と判定した交換対象スチームトラップとその他のスチームトラップとが明確になった状態で、劣化したスチームトラップのリストが表示される。

【0032】さらに、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置において、個々のスチームトラップの劣化関数を用いて蒸気漏れ量及び蒸気漏れ損失金額を算出する際、蒸気漏れ関数(数7)及び蒸気損失関数(数8)を用い、その関数の導出結果を関数の積分領域を識別するように表示する表示手段を有する。

20 【0033】蒸気漏れ関数

【0034】

【数7】

$$q_k(P) \int_0^t D_k(t) dt$$

【0035】蒸気損失関数

【0036】

【数8】

$$a_p \cdot q_k(P) \int_0^t D_k(t) dt$$

【0037】この構成により、蒸気漏れ関数(数7)及び蒸気損失関数(数8)の導出結果を関数の積分領域(所定期間)を識別するように例えば関数をグラフ化するなどして表示可能となる。

【0038】さらに、好ましくは、本発明のスチームトラップ性能検出装置において、個々のスチームトラップについて請求項7の関数を表示する表示手段を有する。

40 【0039】この構成により、請求項7の関数が例えばグラフ化するなどして表示可能となる。

【0040】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態におけるスチームトラップ性能検出システムの構成図である。図1において、スチームトラップ性能検出システム1は、スチームトラップの蒸気漏れなどの性能を検出するスチームトラップ性能検出装置2と、スチームトラップ性能検出結果の分析集計用のホストコンピュータ3とを備えており、作業者がスチームトラップ性能検出装置2を携帯して蒸気ラインの各所に配設されたスチームトラップ毎の蒸気漏れをそれぞれ検出し、その検出後に、有

線または無線の電送手段(図示せず)を介してスチームトラップ性能検出装置2からホストコンピュータ3にデータ電送が可能に構成されている。

【0041】スチームトラップ性能検出装置2は、蒸気漏れなどの性能を検出する検知手段(計測器)5と、これとケーブル6を介して接続される演算手段(データ処理器)7とを有しており、検知手段5で得られたデータを用いて演算手段7でデータ処理するようになっている。

【0042】検知手段5は、突起状の振動検出用プローブ51をスチームトラップの表面に当接することで、スチームトラップの弁口から蒸気が漏れて流出するときに発生する振動を、プローブ51を通して圧電型セラミック素子(振動センサ)に伝達させ、圧電型セラミック素子で、入力される振動の強さに応じた電荷を発生させ、それを所定ゲインで増幅した後にA/D変換して、発生電荷に応じた振動値を得るようになっている。

【0043】演算手段7は、検知手段5で得た振動値に基づいてスチームトラップのシール性能の劣化程度を表わす劣化値を導出するようになっている。つまり、演算手段7は、ある特定の正常なスチームトラップを所定の基準蒸気圧力下で使用したときにスチームトラップの弁部(弁と弁座)が理想的に閉弁状態(漏れが無い)にあるときの値を1とし、弁部が閉弁状態にあるべきときに全開状態となる値を100として、振動値に対する出力値の換算関係が予め設定されている。したがって、演算手段7は、所定基準蒸気圧力下のスチームトラップに対して振動検知が行われたときには、検出された振動値に応じた値1~100の範囲の値が劣化値として出力するようになっている。ここでは、正常劣化値を1~10とし、劣化値11以上のスチームトラップをシール性能が劣化したスチームトラップと設定している。

【0044】図2は、図1のスチームトラップ性能検出システムの制御構成を示すブロック図であり、図1と同様の作用効果を奏する部材には同一の符号を付している。図2において、ホストコンピュータ3は、通信部31と、データ管理部32と、劣化関数導出部33と、損失導出部34と、交換判定部35と、不良率集計部36と、不良推移集計部37と、例えば液晶表示画面などの表示画面381を持つ表示部38と、例えばキーボードやマウスなどからなる入力部39と、これらを統括制御する管理部40とを有している。

【0045】通信部31は、演算手段7からの、スチームトラップ毎(番号毎)の劣化値などのデータを受信可能となっている。

【0046】データ管理部32は、スチームトラップ毎にリスト化された台帳内容の一部または全部を更新する台帳更新部321と、更新された台帳内容を登録する台帳格納部322と、不良スチームトラップのリストを作成する不良リスト作成部323と、作成された不良リス

トを登録する不良リスト格納部324とを有している。

【0047】台帳更新部321により更新される台帳(トラップリスト)は、スチームトラップ番号順にテーブル作成されており、スチームトラップ毎の項目としては、使用エリア、トラップNo.、メーカ型式、タイプ(例えばバケットやディスクなど)、メーカ名、適用(例えば主管、トレースなど)、使用圧力、口径、作動判定(例えば正常、劣化など)、劣化値(1~100;ランクおよびレベルに区別されていてもよい)、取付日、点検日、使用時間t、劣化開始時間tp、寿命時間Tおよび、後述する各種演算値(例えば蒸気漏れ量kg/日など)などである。

【0048】不良リスト作成部323は、シール性能劣化値が正常範囲(劣化値1~10)を超えているデータを抽出して不良リストを作成するようになっている。

【0049】劣化関数導出部33は、その所定記憶部(図示せず)に、個々のスチームトラップの劣化特性D(t)をスチームトラップの使用時間tの関数として表現した以下の劣化関数式(数9)で規定して記憶している。

【0050】

【数9】

$$D(t)=D_{\max} \cdot \exp[-\gamma \{(t-T)/T\}^2] \quad (0 \leq t \leq T)$$

D(t):劣化値

Dmax:劣化限界時の最大劣化値(例えば、100)

T:寿命時間

γ:劣化特性係数(以下、単に劣化係数という)

【0051】劣化関数導出部33は、入力部39から劣化開始時間tpが入力されていると、その時間tpと、演算手段7から得られた劣化値D(t0)および使用時間t0を用いて、上記劣化関数式(数9)の劣化係数γと寿命時間Tを求めてスチームトラップ毎に劣化関数を特定するようになっている。また同様に、劣化関数導出部33は、入力部39から寿命時間Tが入力されていると、その時間Tと、演算手段7から得られた劣化値D(t0)および使用時間t0を用いて、上記劣化関数式(数9)の劣化係数γを求めてスチームトラップ毎に劣化関数を特定するようになっている。これらの劣化開始時間tpおよび寿命時間Tは、スチームトラップのタイプや使用環境条件(例えば使用圧力など)などによって統計的に平均化されて決定される値である。また、使用時間t0は、管理部40を介してデータ管理部32から取付日および点検日を抽出し、スチームトラップ毎の取付日から点検日までの時間を算出して得ることができる。

【0052】スチームトラップの劣化特性は、以下の(数10)の関数に従うように構成したが、スチームトラップの種類によっては、弁部以外の復水流路の実質最小断面積が比較的大きいものもあり、この場合には、劣

化が如何に進行しても蒸気漏れ量の増加が衰えないまま、或いはその度合いが小さいまま劣化限界に達することになる。また、ディスク型トラップや下向きバケット型トラップなどのような弁機構では、劣化が進行すると急に開閉機構が働かなくなる可能性も大きい。前者の劣化特性は、図3のようになり、以下の(数11)の関数或いは、2次関数などのn次関数で近似するのがよく、後者の劣化特性は、図4のように劣化進行途中で急に劣化限界(寿命時間T)に至ることになり、この不連続点を劣化値または使用時間で予測する必要がある。何れにせよ、劣化関数導出部33に、スチームトラップのタイプによる劣化関数の切り分け機能を持たせることは容易である。

【0053】

【数10】

$$\exp[-r\{(t-T)/T\}^2]$$

【0054】

【数11】

$$\exp[r\{(t-T)/T\}]$$

【0055】一方、予想蒸気漏れ量の正確さは低下しても演算を単純化するため、図5に示すように、初運転時t1から劣化開始時期t2まで、劣化開始時期t2から劣化限界時期t3までを各々直線近似することも可能である。上記劣化関数式(数9)は、個々のスチームトラップの寿命時間Tと劣化係数γが決まればスチームトラップ毎に特定されるが、劣化開始時間tpおよび寿命時間Tが予め入力されていない場合であっても、以下のようにして劣化関数を特定することができる。即ち、最大劣化値Dmaxを100とし、スチームトラップの初運転時の劣化値D(0)を1として、上記劣化関数式(数9)に代入することによって劣化係数γ=4.6を決定することができる。γ=4.6の値を持つ以下の劣化関数式(数12)を予め定めて所定記憶部に記憶している。

【0056】

【数12】

$$D(t)=100\exp[-4.6\{(t-T)/T\}^2]$$

【0057】劣化関数導出部33は、上記劣化関数式(数12)に、個々のスチームトラップの点検時までの使用時間t0と、そのスチームトラップについて演算手段7により得られた劣化値D(t0)とを代入することで、個々のスチームトラップの寿命時間Tを算出して劣化関数を特定するようになっている。

【0058】損失導出部34は、基本的にスチームトラップの使用圧力値Pと等価ノズル径d(実際の弁口径を修正した、実質最小弁口径)で決まる蒸気漏れ量に関する演算式q(d, P, ζ)を所定記憶部(図示せず)に保持している。

【0059】上記演算式q(d, P, ζ)において、qはスチームトラップが開弁したときに流出する蒸気量

(単位は例えばkg/日)を導く関数(蒸気量を最大劣化値Dmaxで除した関数;以下、演算式q(P)という)であり、そのスチームトラップの開弁時における蒸気の最小通過断面積を円面積に換算したその直径d、使用蒸気圧力P、型式係数ζをパラメータとする。この型式係数ζは、スチームトラップの流路の形状などにより直径dが同一であっても実質蒸气流路の大きさが異なってくることに對する補完定数であって、各スチームトラップ型式毎に決められている。

10 【0060】損失導出部34は、個々の劣化したスチームトラップの予想蒸気漏れ量を各々算出する漏れ量演算集計部341と、その予想蒸気損失金額を算出する損失演算集計部342とを有している。

【0061】漏れ量演算集計部341は、蒸気漏れ量に関する演算式q(P)に上記劣化関数式(数9)を乗じて、点検時から例えば向こう1年間の時間で積分する以下の演算式(数13)を用いて、点検時から将来の所定期間(例えば向こう1年間)に向けての予想蒸気漏れ量Qeを算出するようになっている。

20 【0062】

【数13】

$$Qe(kg/yr)=\int_{t_0}^{t_0+365} q(P) \cdot Dmax \cdot \exp[-r\{(t-T)/T\}^2] \cdot dt$$

以下、D(t)=Dmax・exp[-r{(t-T)/T}^2]として

$$Qe(kg/yr)=q(P) \cdot \int_{t_0}^{t_0+365} D(t) \cdot dt$$

30 【0063】上記演算式(数13)で得られた予想蒸気漏れ量は各スチームトラップ毎に所定記憶部に記憶され、総計されて記憶され、或いはタイプ毎に集計されて記憶されるようになっている。

【0064】また、漏れ量演算集計部341は、点検時から所定期間(例えば1年)以内に劣化限界(寿命時間T)に達する場合には、点検時から将来に向けての予想蒸気漏れ量Qeを、上記劣化関数を用いた以下の演算式(数14)で算出するようになっている。

【0065】

【数14】

$$Qe(kg/yr)=q(P) \cdot \left[ \int_{t_0}^T D(t) \cdot dt + [365-(T-t_0)] \right]$$

50 【0066】また、損失演算集計部342は、上記演算式で得られた予想蒸気漏れ量Qeに蒸気単価apを乗じて予想損失金額を算出するようになっている。蒸気単価apは、使用圧力Pにより異なるため、圧力範囲を設けて各範囲に応じた単価を設定するか、または使用圧力Pの関数として設けている。得られた予想損失金額は各スチームトラップ毎に所定記憶部に記憶され、総計されて記憶され、或いはタイプ毎に集計されて記憶されるよう



になっている。

【0067】交換判定部35は、劣化した各スチームトラップについて損失演算集計部342で予想損失金額 ( $a_p \times Q_e$ ) が得られると、その予想損失金額と予め入力された交換費用  $C_x$  を用いて以下の判定式 (数15) の不等式が成立するかどうかを判定するようになっている。

【0068】

【数15】

$$a_p \cdot Q_e > C_x$$

【0069】即ち、交換判定部35は、そのスチームトラップを次の点検時期まで放置したとき (交換しなかったとき) の予想損失金額 ( $a_p \times Q_e$ ) が、この度、交換したときの損失金額 (交換費用  $C_x$ ) よりも大きいときに、スチームトラップを交換するべきであると判断するようになっている。

【0070】スチームトラップは、厳密には劣化開始時期に至らない期間でも多少の蒸気漏れを生じており、また、スチームトラップの寿命は使用条件により大きく左右され、初運転後の初回点検時までに (例えば1年以内) 劣化開始するようなものも存在する。以下の判定式 (数16) はこれらの点を考慮するために、初運転から初回点検時までに既に生じている蒸気漏れ量  $Q_p$  による蒸気損失金額 ( $a_p \times Q_p$ ) を上式 (数15) の右辺に加算したものである。

【0071】

【数16】

$$[C_x + a_p \cdot q(P) \int_0^t D(t) dt] / t$$

$C_x$ : スチームトラップの価格を含む交換費

$t$ : スチームトラップの初運転からの使用時間

$q(P)$ : スチームトラップの使用圧力  $P$  における最大蒸気漏れ量の演算式

$D(t)$ : 劣化関数

【0076】設備管理上、点検実施時期と交換時期を別々に設定できるところでは、上記使用時間経過時に交換を実施することができる。また、点検実施時期に交換判定する別の方法としては、そのスチームトラップが最適交換時期を経過している否かで判定することもできる。

即ち、交換判定部35は、点検時期までの使用時間  $t_0$

$$[C_x + a(P) \cdot q(P) \int_0^{t_0} D(t) dt] / t_0 < [C_x + a(P) \cdot q(P) \int_0^{t_0+1} D(t) dt] / (t_0+1)$$

$t_0$ : スチームトラップの初運転から点検時期までの時間

$\varepsilon: 1$

【0078】不良率集計部36は、不良リストに登録されたスチームトラップを対象として、スチームトラップの型式毎やエリア毎など、特定の 카테고리 別に不良率を求めて不良分析書や表、グラフなどの形式で作成可能になっている。

【0079】不良推移集計部37は、上記不良率や、蒸

$$a_p \cdot Q_e > C_x + a_p \cdot Q_p$$

【0072】上記判定式 (数16) において、蒸気漏れ量  $Q_p$  は上記予想蒸気漏れ量  $Q_e$  と同様に、損失導出部34にて以下の式 (数17) で算出される。

【0073】

【数17】

$$Q_p (\text{kg/yr}) = q(P) \cdot \int_0^{t_{BT}} D(t) \cdot dt$$

$t_{BT}$ : 定期点検期間の間隔

【0074】上述したように、スチームトラップの交換は、定められた点検実施期間かまたはその直後に行われるところが多いが、できれば各スチームトラップの最適交換時期に実施するのが最もよい。スチームトラップの価格を含む交換費用の1日当たりの平均損失額は、スチームトラップの使用日数が増えるほど減少していくが、逆に、蒸気漏れによる平均損失は徐々に増加していく。両損失の総和は、交換後減少して行き、蒸気漏れが伴ってくる中、ある時期に最小となり、その後は、蒸気漏れによる平均損失の方が大きくなって増加して行く。本実施形態では、この最小となる時期を最適交換時期とし、交換判定部35は、以下の式 (数18; 以下、平均損失関数) の値が最小となる使用時間  $t$  を求めることで最適交換時期を得ることができるようになっている。

【0075】

【数18】

が以下の不等式 (数19) を満たしているときには、そのスチームトラップは交換すべきであると判断するようになっている。

【0077】

【数19】

気漏れ量および蒸気損失金額などについて過去の複数回の点検結果を含めた不良推移リストの作成、更新が可能になっている。

【0080】表示部38は、上記不良率集計部36および不良推移集計部37による演算集計結果や、交換判定部35による判定結果などを単に表示する他、個々のス

チームトラップに対応した蒸気損失関数を例えばグラフ化（例えば関数グラフなど）して表示画面上に表示し、使用時間、劣化開始時間、劣化開始時の劣化値、寿命時間 T、交換費用などを各種パラメータとして、それらを指定することによって、ある使用時間における蒸気漏れ量または損失、ある時期を基準にして過去および／または将来に向けて所定時期までの蒸気漏れ量または損失などを単に表示する他、グラフ化して表示し、さらには蒸気損失関数をグラフ化すると共に積分範囲（期間）を識別（強調や色分け表示など）可能なように表示するようになっている。

【0081】また、表示部 38 は、最適交換時期が一目で把握できるように、各々のスチームトラップの平均損失関数をグラフ化するなどして表示画面 381 上に表示するようになっている。また、表示部 38 は、交換判定部 35 で交換対象となったスチームトラップを他の不良スチームトラップと強調や色分け表示など視覚的な区別を施した不良スチームトラップのリストを表示し、次回点検時期までの間の予想蒸気漏れ量およびその損失を、交換対象スチームトラップを交換しないで放置したときと、交換したときとの違いが判るように対比してグラフや表などで表示するようになっている。さらに、表示部 38 は、交換対象スチームトラップの変更入力があったときは、変更された交換対象スチームトラップについて上記と同様に予想蒸気漏れ量およびその損失などの表示を行うようになっている。

【0082】入力部 39 は、予め点検日と個々のスチームトラップの取付日、劣化開始時間  $t_p$  や寿命時間 T、交換費用  $C_x$ 、交換変更入力および各種表示指示入力などを入力可能な構成となっている。

【0083】管理部 40 は、制御プログラムに基づいて各部を統括管理しており、演算手段 7 から通信部 31 を介して個々の劣化したスチームトラップの劣化値 D などの各種データを受け取ると、データ管理部 32 にスチームトラップ毎の劣化値 D を格納すると共に劣化関数導出部 33、損失導出部 34、交換判定部 35、不良率集計部 36 および不良推移集計部 37 などを順次起動させるようになっている。また、管理部 40 は、制御プログラムに基づいて各部を統括管理しており、劣化関数導出部 33、損失導出部 34 および交換判定部 35 などが必要なデータをデータ管理部 32 から抽出するようになっていると共に、入力部 39 からの入力指令によりデータ管理部 32 内のデータを更新したり表示部 38 に所望の表示をさせたりするようになっている。

【0084】上記構成により、以下その動作を説明する。図 6～図 9 は、本発明のスチームトラップ性能検出システムの動作を示すフローチャートである。図 6 に示すように、ステップ S1 で、スチームトラップ性能検出装置 2 からホストコンピュータ 3 に、入力部 39 の入力モード操作によって、管理部 40 が、制御プログラムに

基づいて通信部 31 およびデータ管理部 32 を制御して、N 個のスチームトラップを診断した各診断結果（スチームトラップ毎の劣化値など）を通信部 31 で受けて、管理部 40 を介してデータ管理部 32 内にデータ入力する。ステップ S2 で管理部 40 が、制御プログラムに基づいて劣化関数導出部 33 を制御し、劣化関数導出部 33 が  $k=0$  とし、ステップ S3 で  $k=1$  としてステップ S4 で 1 番目のスチームトラップが劣化しているかどうか（劣化値 11 以上かどうか）を判定する。スチームトラップが劣化していると判定される例えば k 番目のスチームトラップまで順次劣化判定を行う。これによって、劣化していると判定されたスチームトラップが不良リスト作成部 323 でリストアップされて不良リスト格納部 324 に格納されることになる。

【0085】次に、ステップ S4 で k 番目のスチームトラップが劣化していると判定された場合、ステップ S5 で劣化関数導出部 33 が k 番目のスチームトラップの取付日と点検日から使用時間  $t_0$  を算出する。さらに、ステップ S6 で劣化関数導出部 33 が管理部 40 を介して、k 番目のスチームトラップの劣化開始時間  $t_p$  が入力されているかどうかを判定する。劣化時間  $t_p$  が入力されている場合、ステップ S7 で劣化関数導出部 33 が、劣化関数  $D(t)$  に、 $D(t)=D_0$ 、 $t=t_p$  を代入して劣化係数  $\gamma$  を求める。さらに、ステップ S8 で劣化関数導出部 33 が、劣化関数  $D(t)$  に、劣化値  $D_k$ 、使用時間  $t_0$  を代入して寿命時間 T を算出し、k 番目のスチームトラップの劣化関数  $D_k(t)$  を特定する。ここで、上記  $D(t)$ 、 $D_0$ 、 $D_k(t)$  は数 20 に示している。

【0086】

【数 20】

$$D(t): D_{\max} \cdot \exp[-\gamma \{(t-T)/T\}^2] \quad (0 \leq t \leq T)$$

$D_0$ : 劣化開始時期の劣化値。例えば 10

$$D_k(t): D_{\max} \cdot \exp[-\gamma \{(t-T_k)/T_k\}^2] \quad (0 \leq t \leq T)$$

【0087】一方、ステップ S6 で劣化時間  $t_p$  の入力がない場合、ステップ S9 で劣化関数導出部 33 が管理部 40 を介して、k 番目のスチームトラップの寿命時間  $T_k$  が入力されているかどうかを判定する。寿命時間  $T_k$  が入力されている場合、ステップ S10 で劣化関数導出部 33 が、劣化関数  $D(t)$  に、劣化値  $D_k$ 、使用時間  $t_0$  および寿命時間  $T_k$  を代入して劣化係数  $\gamma$  を算出し、k 番目のスチームトラップの劣化関数  $D_k(t)$  を特定する。また、ステップ S9 で寿命時間  $T_k$  が入力されていない場合、ステップ S11 で劣化関数導出部 33 が、劣化関数  $D_0(t)$  に、劣化値  $D_k$  および使用時間  $t_0$  を代入して寿命時間 T を求め、k 番目のスチームトラップの劣化関数  $D_k(t)$  を特定する。ここで、上記  $D_0(t)$  は数 21 に示している。

【0088】

【数 21】

$D_0(t): D_{\max} \cdot \exp[-4.6\{(t-T)/T\}^2]$  ( $0 \leq t \leq T$ )  
 $D_{\max}$ : 最大劣化値 例えば 100

【0089】さらに、ステップS8またはS10またはS11で劣化関数導出部33が劣化関数 $D_k(t)$ を特定した後に、ステップS12で管理部40が、制御プログラムに基づいて損失導出部34を制御し、損失導出部34が、次回点検時までの予想蒸気漏れ量 $Q_{ek}$ および、その予想蒸気損失金額( $a_p \times Q_{ek}$ )を導出する。なお、 $a_p$ は使用圧力下の蒸気単価である。ここで、上記 $Q_{ek}$ は数22に示している。

【0090】

【数22】

$$Q_{ek} = q(P) \int_{t_0}^{t_{BT}} D(t) dt \quad t_{BT}: \text{点検期間の間隔}$$

【0091】さらに、ステップS13で管理部40が、制御プログラムに基づいて交換判定部35を制御し、交換判定部35は、次回点検時までの予想蒸気損失と交換費用の比較により交換判定をするかどうかを判断する。交換判定部35が交換判定をするべきであると判断した場合、ステップS14で損失導出部34が初運転から初回点検までの期間における蒸気損失 $a_p \times Q_{ok}$ を導出する。さらに、ステップS15で $a_p \times Q_{ek} > Cx_k + a_p \times Q_{ok}$ の不等式が成立するかどうかで、今回交換するべきか将来交換するべきかを判定する。一方、ステップS13で次回点検時までの予想蒸気損失と交換費用の比較により交換判定をしない場合、ステップS16で $L_k(t_0) < L_k(t_0+1)$ の不等式が成立するかどうかで(平均損失が大きくなるかどうか)、最適交換時期を過ぎているかどうかを判定する。ステップS15またはS16で不等式が成立する場合、ステップS17でk番目のスチームトラップに交換フラグを付す。管理部40は、ステップS17で交換フラグを付した後、または、ステップS15またはS16で不等式が不成立の場合に、ステップS18で $k=N$ かどうかを判定する。さらに、管理部40は、 $k=N$ でなければ処理をステップS3に移し、 $k=N$ であれば処理を次のステップS19に移行させる。ここで、上記 $Q_{ok}$ 、 $L_k(t)$ は数23に示している。

【0092】

【数23】

$$Q_{ok} = q(P) \int_0^{t_{BT}} D(t) dt$$

$$L_k(t) = [Cx_k + a_p \cdot q(P) \int_0^t D(t) dt] / t$$

【0093】ステップS19で損失導出部34は、劣化しているスチームトラップの予想蒸気漏れ量 $Q_{ek}$ を集計して予想蒸気漏れ量合計 $\Sigma Q_{ek}$ を得ると共に、予想蒸気漏れ損失 $a_p \cdot Q_{ek}$ を集計して予想蒸気漏れ損失

合計 $\Sigma a_p \cdot Q_{ek}$ を得る。

【0094】さらに、ステップS20で損失導出部34は、劣化しているスチームトラップのうち、交換しないものについて予想蒸気漏れ量 $Q_{ek}'$ を集計して予想蒸気漏れ量合計 $\Sigma Q_{ek}'$ を得ると共に、予想蒸気漏れ損失 $a_p \cdot Q_{ek}'$ を集計して予想蒸気漏れ損失合計 $\Sigma a_p \cdot Q_{ek}'$ を得る。

【0095】さらに、ステップS21で損失導出部34は、交換するスチームトラップについて、交換後初回点検時までの予想蒸気漏れ量 $Q_{ok}$ を集計して予想蒸気漏れ量合計 $\Sigma Q_{ok}$ を得ると共に、予想蒸気漏れ損失 $a_p \cdot Q_{ok}$ を集計して予想蒸気漏れ損失合計 $\Sigma a_p \cdot Q_{ok}$ を得る。

【0096】さらに、ステップS22で損失導出部34は、交換後の全スチームトラップについて、予想蒸気漏れ量合計( $\Sigma Q_{ok} + \Sigma Q_{ek}'$ )、及び予想蒸気漏れ損失合計( $\Sigma a_p \cdot Q_{ok} + \Sigma a_p \cdot Q_{ek}'$ )を得る。

【0097】さらに、ステップS23で、表示部38は、劣化しているスチームトラップについて予想蒸気漏れ量及び予想蒸気損失、並びに交換フラグのあるものについては、交換後の予想蒸気漏れ量及び予想蒸気損失、およびそれらの合計などの各種演算結果を表示画面381上にグラフや表などで表示する。

【0098】さらに、ステップS24で、管理部40は、交換するスチームトラップの変更入力があったかどうかを判断する。変更入力があれば処理をステップS20に移行し、変更入力がなければ処理をステップS25に移行する。

【0099】ステップS25において、管理部40は、劣化している何れかのスチームトラップについて、入力部39から損失演算表示モードの指示があるかどうかを判定する。入力部39から損失演算表示モードの指示があると判断したときには、処理を次のステップS26に移行し、損失演算表示の指示がなければ処理をステップS30に移行するように制御する。ステップS30で、管理部40は、入力部39からシステム終了指示があったかどうかを判断し、システム終了指示がない場合にはステップS24に移行し、また、システム終了指示があった場合には本スチームトラップ性能検出処理を終了する。

【0100】ステップS26において、表示部38は、指定されたスチームトラップについて、その蒸気損失関数と、交換費用を含み最適交換期日を示す平均損失関数 $L_k(t)$ とをグラフ化して表示する。ここで、上記蒸気損失関数は数24に示している。

【0101】

【数24】

19

$$Q_k(t) = a_p \cdot q(p) \int_0^t D(t) dt$$

20

【0102】さらに、ステップS27で管理部40は、演算期間（指定期間）の入力があるかどうかを判断し、入力があれば、次のステップS28に処理を移行し、入力がなければ、処理をステップS29に移行させる。

【0103】ステップS28で表示部38は、蒸気損失関数の指定期間の積分範囲を表示し、かつその範囲における蒸気漏れ量及び損失をグラフ上で視覚的に区別する 10 ように表示する。

【0104】その後、ステップS29で管理部40は、損失演算表示の終了指示を行ったかどうかを判断する。終了指示を行っていれば、ステップS23に処理を戻す。また、ステップS29で管理部40は、損失演算表示が終了指示を行っていなければステップS27に戻す。

【0105】以上のように本実施形態によれば、検知手段5で検知した振動値に基づいて、演算手段7でスチームトラップの劣化値を求め、その劣化値を時間の関数とした劣化関数に、求めた劣化値とスチームトラップの初 20 運転から点検時までの使用時間を当てはめて劣化関数導出部33で劣化関数を特定し、さらに、損失導出部34で、蒸気漏れ量に関する演算式に上記劣化関数を乗じて、点検時から例えば向こう1年間の時間で積分すると、スチームトラップの劣化の進展を考慮した状態で、この1年間の予想蒸気漏れ量をより正確に算出することができる。この予想蒸気漏れ量に蒸気単価を乗じて予想蒸気損失を導くことができる。また、上記劣化関数を特定する手段として、個々のスチームトラップについて、 30 寿命時間Tを予想し、或いはその初運転から閉弁時の劣化開始に至るまでの時間を寿命時間Tの割合値（劣化開始時間 $t_p$ ）として、検知された劣化値及び使用時間と共に上記基本関数に当てはめることもできる。特に、個々のスチームトラップについての寿命時間は、その使用圧力などの使用条件、及び使用しているスチームトラップの種類を把握しているユーザが概ね見積れる値である。

【0106】なお、本実施形態では、スチームトラップ性能検出装置2とホストコンピュータ3で構成されるスチームトラップ性能検出システム1について説明したが、これに限らず、ホストコンピュータ3で実行する各種処理をスチームトラップ性能検出装置側で行わせるようにすることもできる。この場合と上記実施形態のスチームトラップ性能検出システム1の場合を共に含めてスチームトラップ性能検出装置とすることができる。

【0107】

【発明の効果】以上のように請求項1によれば、検知手段で検知した振動レベルからシール性能の劣化値を演算手段で演算し、その劣化値を用いて劣化関数導出手段で 50

特定した劣化関数を一定期間（例えば1年間）について積分した値を用いてスチームトラップの蒸気漏れ量および損失金額の少なくとも蒸気漏れ量を算出するようにしたため、スチームトラップの劣化の進展を考慮した状態で、例えば次の点検時までの将来に向けての一定期間

（例えば1年間）における少なくとも予想蒸気漏れ量をより正確に求めるとができる。

【0108】また、請求項2によれば、スチームトラップ毎の劣化関数を特定するのに、劣化値の他に、入力手段から入力される劣化開始時間または寿命時間を用いて行うため、より正確な関数特定を行うことができる。

【0109】さらに、請求項3、4によれば、点検時点を基準として過去または／および将来の所定期間の蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額を得ることができる。

【0110】さらに、請求項5によれば、入力手段から入力した交換費用と蒸気漏れ損失金額を比較して各スチームトラップの交換判断を容易に行うことができる。さらに、交換したスチームトラップの蒸気漏れ量および蒸気漏れ損失金額を考慮しつつ交換判断を行えば、より正確な交換判断を行うことができる。

【0111】さらに、請求項6によれば、交換判定手段は、上記不等式（数5）が成立するときに交換をすべきものと判定するため、スチームトラップの交換判定を正確なものとすることができる。

【0112】さらに、請求項7によれば、交換判定手段は、上記関数式（数6）の値が最小となる使用時間 $t$ を最適交換時期と判定するため、スチームトラップ毎の最適交換時期を容易に判定することができる。

【0113】さらに、請求項8によれば、交換判定手段の判定に対して変更入力を行うことができ、その変更入力された交換対象スチームトラップについて蒸気漏れ量及び蒸気漏れ損失金額を算出することができる。

【0114】さらに、請求項9によれば、交換対象スチームトラップを交換しないとときと交換するときについて蒸気漏れ量および損失金額を対比して表示することができる。

【0115】さらに、請求項10によれば、交換が必要と判定した交換対象スチームトラップとその他のスチームトラップとが視覚的に明確になった状態で、劣化した各スチームトラップをリスト表示することができる。

【0116】さらに、請求項11によれば、上記蒸気漏れ関数（数7）及び蒸気損失関数（数8）の導出結果を関数の積分領域（所定期間）を識別するように例えばグラフ化するなどして表示することができる。

【0117】さらに、請求項12によれば、個々のスチームトラップについて請求項6の関数を例えばグラフ化するなどして表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態におけるスチームトラップ性能検出システムの構成図である。

【図 2】図 1 のスチームトラップ性能検出システムの制御構成を示すブロック図である。

【図 3】スチームトラップの劣化特性の一例を示す図である。

【図 4】スチームトラップの劣化特性の他の一例を示す図である。

【図 5】スチームトラップの劣化特性を直線近似した図である。

【図 6】本発明のスチームトラップ性能検出システムの劣化関数特定動作を示すフローチャートである。

【図 7】本発明のスチームトラップ性能検出システムの交換判定動作を示すフローチャートである。

【図 8】本発明のスチームトラップ性能検出システムの各種演算動作を示すフローチャートである。

【図 9】本発明のスチームトラップ性能検出装置の各種表示動作を示すフローチャートである。

【図 10】従来のスチームトラップの劣化過程を示す劣化特性図である。

【図 11】点検時点の蒸気漏れ量を年換算した場合を示

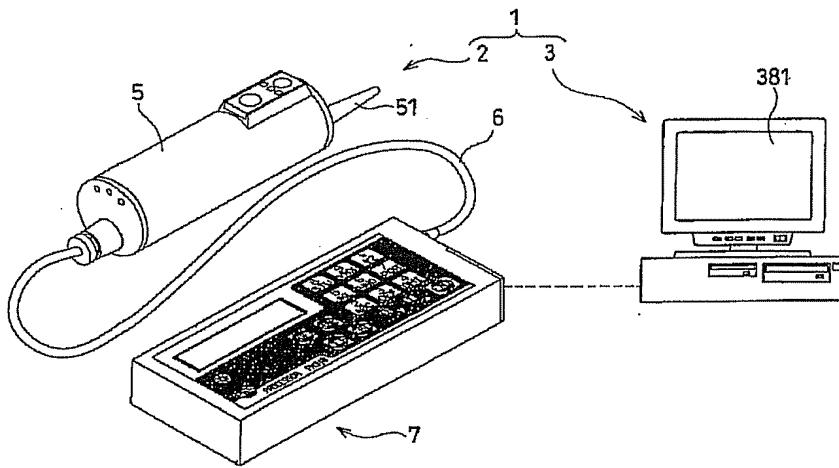
す劣化特性図である。

【図 12】点検時点から所定期間の蒸気漏れ量を劣化進行を考慮して算出した場合を示す劣化特性図である。

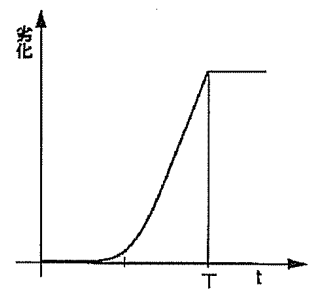
【符号の説明】

- |     |                  |
|-----|------------------|
| 1   | スチームトラップ性能検出システム |
| 2   | スチームトラップ性能検出装置   |
| 3   | ホストコンピュータ        |
| 5   | 検知手段             |
| 7   | 演算手段             |
| 3 1 | 通信部              |
| 3 2 | データベース           |
| 3 3 | 劣化関数導出部          |
| 3 4 | 損失導出部            |
| 3 5 | 交換判定部            |
| 3 6 | 不良率集計部           |
| 3 7 | 不良推移集計部          |
| 3 8 | 表示部              |
| 3 9 | 入力部              |
| 4 0 | 管理部              |

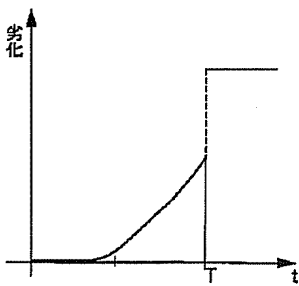
【図 1】



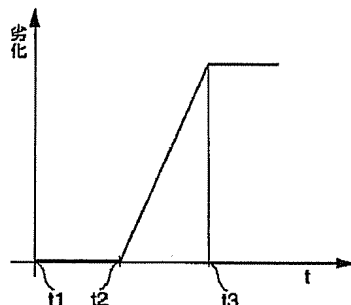
【図 3】



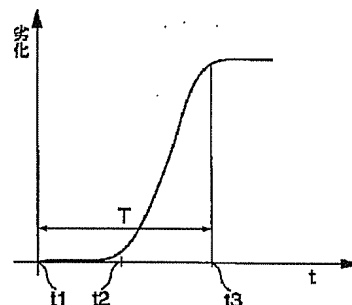
【図 4】



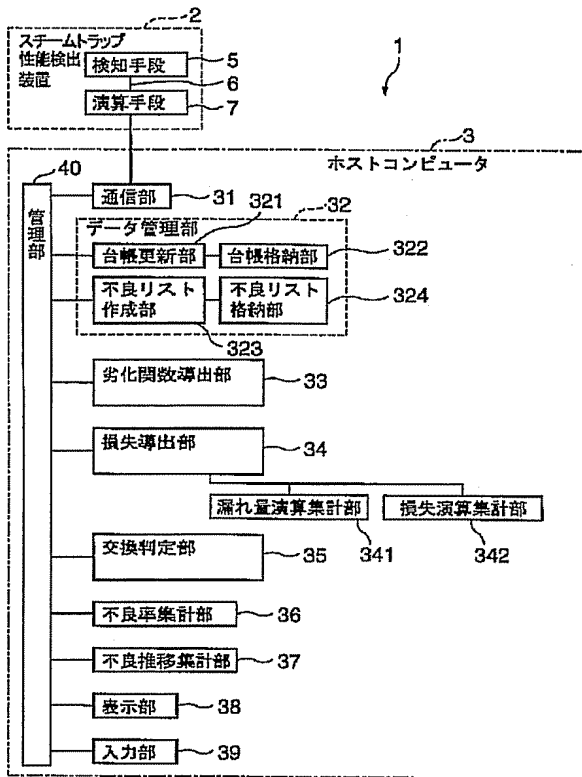
【図 5】



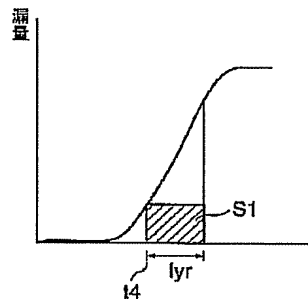
【図 10】



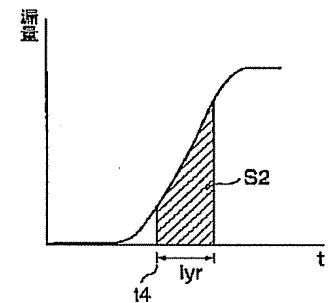
【図 2】



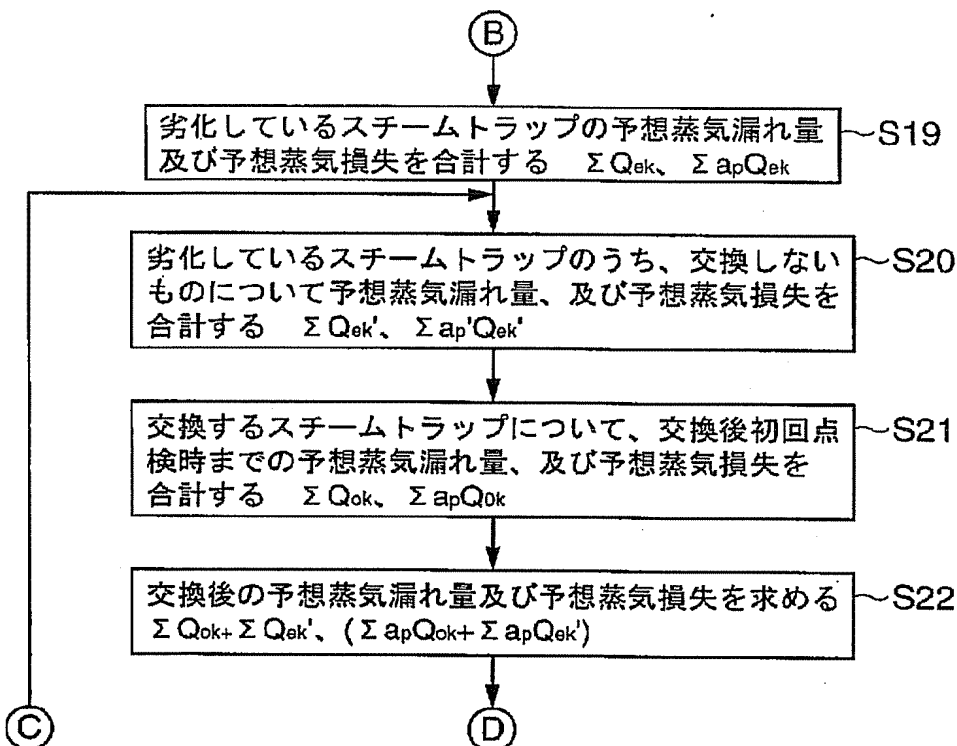
【図 1 1】



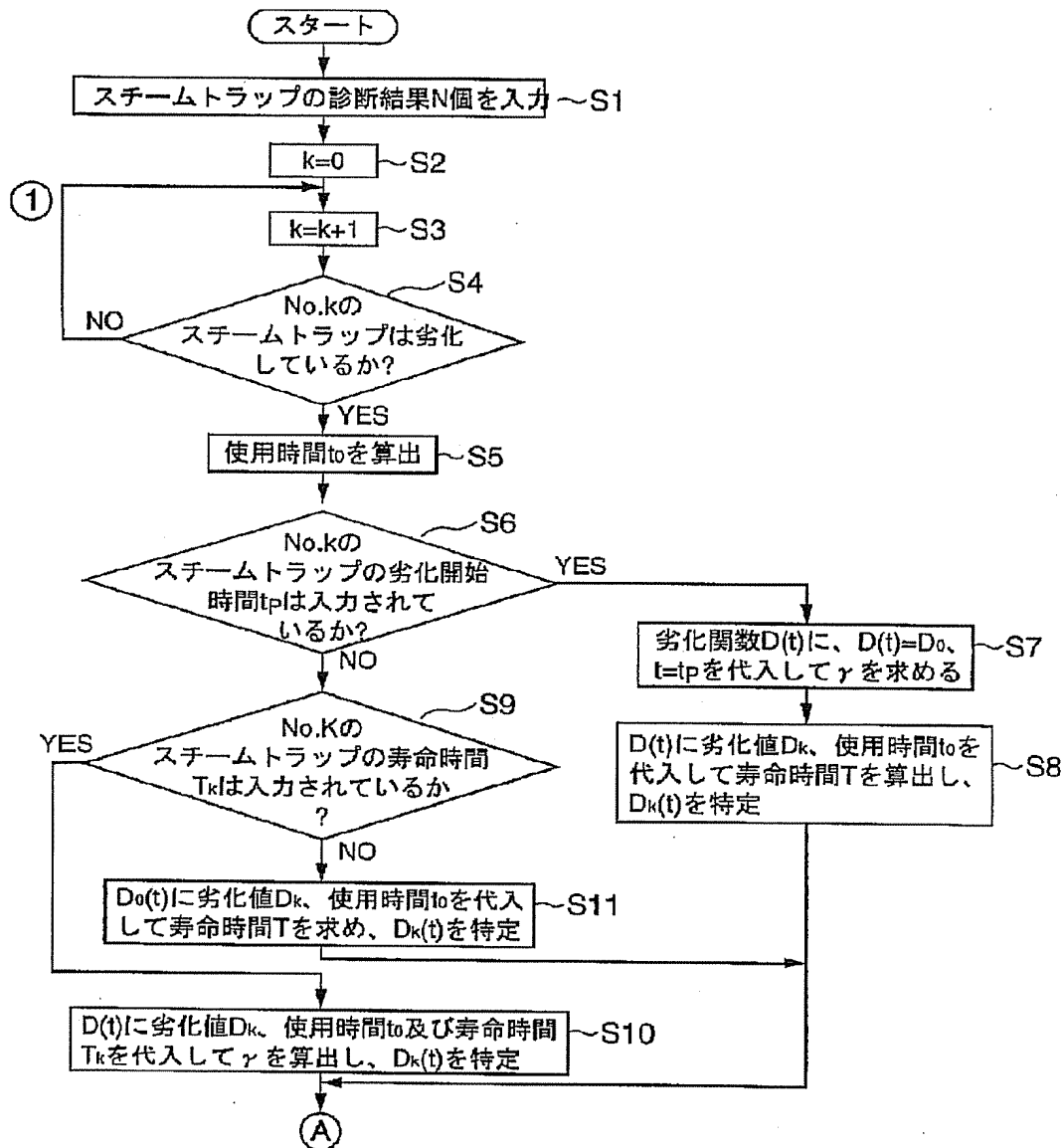
【図 1 2】



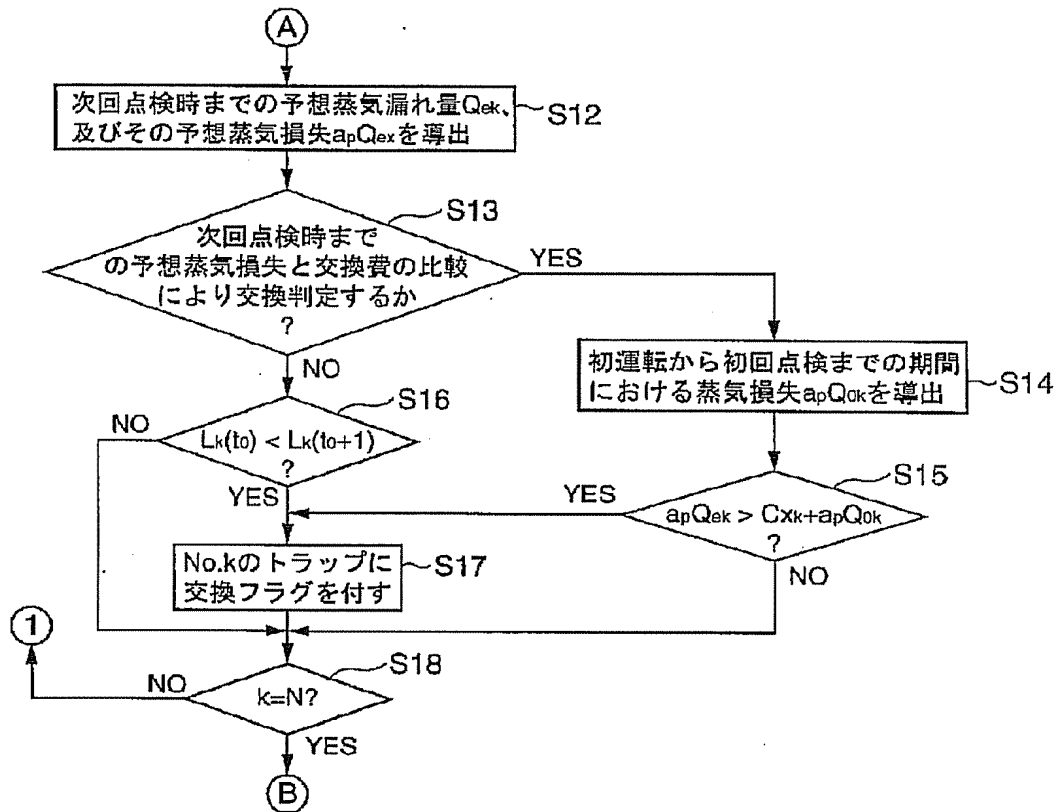
【図 8】



【図 6】



【図 7】





【図 9】

